

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-033709

(43)Date of publication of application : 13.02.1988

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 61-178568

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 28.07.1986

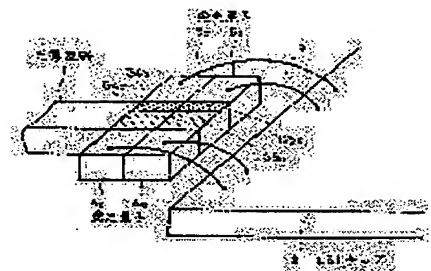
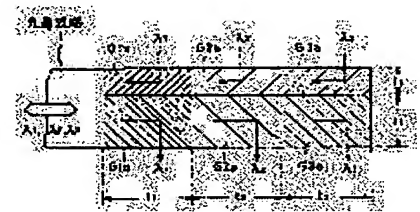
(72)Inventor : YAMADA YASUBUMI  
HIMENO AKIRA  
KOBAYASHI MORIO  
SUGITA AKIO

## (54) WAVELENGTH MULTIPLE OPTICAL ACCESSOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make a wavelength multiple optical accessor compact by forming plural gratings for input and output, which are different in period, in series on both sides of a bisector in the breadthwise direction of an optical waveguide at a prescribed angle to the lengthwise direction of the optical waveguide.

**CONSTITUTION:** An optical access wavelength selecting means consists of gratings G1a, G1b, G2a, G2b, G3a, G3b, G4a, G4b, G5a, and G5b for input and output which are formed on a part of an on-ridge channel type optical waveguide 1 on both sides of the bisector in the breadthwise direction of the optical waveguide. These gratings for input and output are formed at about 45° to the lengthwise direction of the optical waveguide symmetrically with respect to the bisector in the breadthwise direction and have such minute periodical structure of refractive index that optical signals having wavelengths  $\lambda_1, \lambda_2, \dots$  satisfy diffraction conditions. Consequently, the optical signal having a specific wavelength out of optical signals having plural wavelengths is selectively inputted or outputted. Further, gratings for input and output are formed in the same private area as the optical waveguide as a part of the optical waveguide to make this accessor compact.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-33709

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 02 B 6/12識別記号 庁内整理番号  
F-8507-2H  
B-8507-2H

④ 公開 昭和63年(1988)2月13日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 波長多重光アクセッサ

⑭ 特 願 昭61-178568

⑮ 出 願 昭61(1986)7月28日

⑯ 発 明 者 山 田 泰 文 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内

⑰ 発 明 者 姫 野 明 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内

⑱ 発 明 者 小 林 盛 男 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内

⑲ 発 明 者 杉 田 彰 夫 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

## 明 細 書

ッサ。

## 1. 発明の名称

波長多重光アクセッサ

## 2. 特許請求の範囲

(1) リッジ状チャネル形式の光導波路の一部に光導波路幅方向を二分してその一方の側および他方の側にそれぞれ形成された入力用および出力用のグレーティングを含み、

上記入力用および出力用のグレーティングは上記光導波路の幅方向二分線の両側に光導波路長手方向に対してそれぞれ所定の角度傾斜して形成され、かつ異なる周期のものが複数個直列に形成された

ことを特徴とする波長多重光アクセッサ。

(2) グレーティングは、光導波路コア部の屈折率を厚さ方向の少なくとも一部分にわたって周期的に変化させた屈折率変調形グレーティングである特許請求の範囲第(1)項に記載の波長多重光アクセ

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光通信あるいは光情報処理の分野で波長多重光伝送を行う場合に必要となる、複数波長のうちから特定の波長の信号を選択的に入力または出力するための光アクセス・波長選択手段を有する波長多重光アクセッサに関する。

(従来技術)

近年、LSI(大規模集積回路)の一層の大規模化ならびに高速化に伴い、LSIチップ間の電気配線における問題点が指摘されている。すなわち、配線部での静電容量に起因する信号遅延時間が、LSIチップ内の信号遅延時間に比べて相対的に長くなり、これがLSIの高速化の妨げとなっている。また、配線間の電磁誘導ノイズがあるため、配線間隔を狭くできず、これがLSIチップの高密度配置を妨げている。このような電気配線の問題点を解決するために、LSIチップ間配線

に光配線を利用することが提案されている(ジー・ダブリュ・グッドマン他「VLSIシステムに対する光の相互結合」米国電気・電子学会誌; J.W. Goodman et al, 「Optical interconnection for VLSI systems」, Pro. IEEE, 72, 850(1984))。光配線には、光の空間伝搬を利用する方法と光導波路を利用する方法があるが、光配線の小型化と機能的安定性の観点から光導波路タイプの方が優れる。

この光導波路を利用した光配線回路については、最近、VLSIチップ間の共通線へ適用した光配線回路が提案されている(小林他、特願昭61-48081号「光配線回路」)。第4図(a)、(b)は、かかる従来の1系統の共通線を設けた光配線回路の一例を示す斜視図で、同図(a)は全体図、同図(b)はそのA部拡大図である。第4図(a)、(b)において、1は共通線用光導波路であり、2はLSIチップ、3はシリコンからなる基板である。また、4は受光素子、5は半導体レーザからなる発光素子である。

ところで、規模の大きい情報処理回路で、LSI

1チップ間の信号授受を効率よく行うためには、チップ間の共通線の回線数を増やしたり、また、密接な関係にあるチップ間には、専用回線を設ける必要がある。電気配線では、この要求に答えるためには、チップ間に設ける配線数を増やさなくてはならない。これに対して、光配線においては波長多重の手法を用いることにより、基板上に設ける配線数を増やすことなく、チップ間の回線数を増やすことができる。このような、波長多重光配線回路には、チップと光回路との間の光入力および光出力を行う光アクセス手段と、光の波長選択手段の両者を持たせなければならない。

従来は、この両者の手段を兼ね備えた素子構造はなかったので、第5図のように、光合分波回路7と光分岐分流回路8とを組み合わせる必要があった。第5図は、3波の波長多重光アクセスの例であり、1は光導波路、4は受光素子、5は発光素子である。また、光合分波回路7は干渉膜フィルタ6および分波導波路とから構成される。

#### (発明が解決しようとする問題点)

以上、説明したように従来の波長多重光アクセスは、光合分波回路と光分岐分流回路の二つを組み合わせなければならないので、光回路部分の専有面積が大きくなり、したがって基板内でのLSIチップの稠密配置ができず、コンパクトな波長多重光アクセスが得られない問題点があった。

本発明の目的は、上記の問題点を解決することにより、波長選択手段および光アクセス手段を合わせ持ちかつコンパクトに形成できる波長多重光アクセスを提供することにある。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明は、リッジ状チャネル形式の光導波路の一部に光導波路幅方向を二分してその一方の側および他方の側にそれぞれ形成された入力用および出力用のグレーティングを含み、上記入力用および出力用のグレーティングは上記光導波路の幅方向二分線の両側に光導波路長手方向に対してそれぞれ所定の角度傾斜して形成され、かつ異なる周期のものが複数個直列に形成されたことを特徴と

する。

また、本発明は、グレーティングは、光導波路コア部の屈折率を厚さ方向の少なくとも一部分にわたって周期的に変化させた屈折率変調形グレーティングであることが好ましい。

#### (作用)

本発明は、光アクセス・波長選択手段を、リッジ上チャネル形式の光導波路の一部に光導波路幅方向を二分して、その一方の側および他方の側にそれぞれ形成された入力用および出力用のグレーティングでもって構成する。そしてこの入力用および出力用のグレーティングは、例えば、光導波路長手方向に対して幅方向二分線に関し対称的に光導波路長手方向に対してほぼ45°傾斜させ、屈折率の微細な周期構造を与えてそれぞれ形成され、その周期を例えば波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、……の光信号が回折条件を満たすように設定される。

かくして、複数波長の光信号のうちから特定波長の光信号を選択的に入力または出力することができる。しかも、上記入力用および出力用のグレ

ーティングは光導波路の一部として光導波路と同様の専有面積内に形成できコンパクト化が可能となる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は、本発明の第一実施例を示す平面図である。第1図において、1は光導波路であり、この光導波路1中に屈折率の微細な周期構造を与えて、グレーティング群を形成している。このグレーティング群は、六つのグレーティングから構成され、これらは、幅方向に二つのグレーティング群に分けられる。すなわちG1a、G2aおよびG3aはそれぞれ波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ の伝搬された光信号の出力用のグレーティングであり、G1b、G2bおよびG3bはそれぞれ波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ の入力用のグレーティングである。出力用のグレーティング群は光導波路幅のうち、幅 $\ell_1$ の範囲に形成され、入力用のグレーティング群は、幅 $\ell_2$ の範囲に形成される。これらのグレーティ

ングは光導波路長手方向に対して、ほぼ45°の角度をなしており、その方位は、出力用のグレーティングG1a、G2aおよびG3aと入力用のグレーティングG1b、G2bおよびG3bとはほぼ90°異なる。また、グレーティングの周期は、グレーティングG1aおよびG1bは波長 $\lambda_1$ の光信号が、グレーティングG2aおよびG2bは波長 $\lambda_2$ の光信号が、そしてグレーティングG3aおよびG3bは波長 $\lambda_3$ の光信号が、それぞれ回折条件を満たすように設定される。

本第一実施例は、上記の構造になっているので、光導波路1から波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ の3波の光信号が多重されて入力されると、各出力用のグレーティングG1a、G2aおよびG3aで選択的に回折し、順次、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ の光信号を分波して出力する。また、逆に、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ および $\lambda_3$ の光信号がそれぞれ入力用のグレーティングG1b、G2bおよびG3bに入力すると、ここで回折し、合波し、導波路中を伝搬する。従って、本実施例においては、直線導波路と同程度

の回路専有面積で、波長選択と光の分岐合流ができる。

また、この第一実施例においては、伝搬された光信号が出力する際、光信号の一部は、入力用のグレーティングG1a、G2aおよびG3aにあたって、本来の出力光と逆方向に出力するので、出力損失となる。従って、この出力損失を低減するためには、出力用のグレーティングの幅 $\ell_1$ を入力用のグレーティングの幅 $\ell_2$ より大きくとるのがよい。

一方、入力用のグレーティングの幅 $\ell_2$ が狭すぎると、入力光の一部は出力用のグレーティングG1a、G2aおよびG3aにまで突き抜け、ここで、本来の入力光の伝搬方向と逆方向に伝搬し、この分は入力損失となる。従って、出力用のグレーティングの幅 $\ell_1$ と入力用のグレーティングの幅 $\ell_2$ とは、出力損失および入力損失のバランスを考慮して設定する。

なお、本第一実施例で示したグレーティングとしては、(i)導波路コア部の厚さ方向の前面または一部の屈折率を周期的に変化させたもの(屈

折率変調形)、または(ii)導波路コア部表面に周期的な屈折率変化を与えたもの(レリーフ形)、等の構造のグレーティングが適用可能である。

第2図は本発明の第二実施例を示す斜視図である。

本第二実施例は、グレーティングとして、リッジ状チャネル形式の光導波路のコア部の屈折率を厚さ方向の前面にわたって波長オーダー幅で周期的に変化させた屈折率変調形のものを用いたものである。第2図において、1は光導波路であり、材料としては、例えば石英系光導波膜を用いる。G4aおよびG5aは出力用のグレーティング、G4bおよびG5bは入力用のグレーティングであり、これらは、光導波路1と同じ材料からなる石英系光導波膜1aと、石英系光導波膜1aとは屈折率の異なる材料からなるシリコン膜1bとを周期的に繰り返した構造となっている。また3は基板である。

本第二実施例のグレーティングG4a、G4b、G5aおよびG5bは、以下のように設計される。ここで、伝搬される光信号の波長は、波長 $\lambda_1 = 1.3 \mu\text{m}$ と

波長  $\lambda_2 = 1.5 \mu\text{m}$  とする。一般に、屈折率の異なる二種類の薄膜を積み重ねた多層膜において各層の光学的な厚さ  $\delta$ 、

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (2nd \cos \phi),$$

が次の条件を満たすとき、すなわち、

$$\delta = (2m+1)\pi \quad (m=0,1,2,3,4,\dots)$$

のとき、この多層膜は帯域フィルタとして作用し、波長  $\lambda$  の光が選択的に反射されることが知られている。ここに、 $n$  は屈折率、 $d$  は膜厚、 $\phi$  は光の入射角および  $\lambda$  は波長である。

本第二実施例においては、グレーティング G4a および G4b は  $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$  反射用、グレーティング G5a および G5b は  $\lambda = 1.5 \mu\text{m}$  反射用グレーティングとして設計する。

まず、 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$  用のグレーティング G4a および G4b について考える。石英系光導波膜 1a の  $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$  に対する屈折率は  $n = 1.45$  であり、入射角  $\phi$  は  $\phi = 45^\circ$  である。このとき、上記の条件を満たす膜厚  $d_1 (\mu\text{m})$  は、

$$d_1 = 0.32 (1 + 2m) \quad (m=0,1,2,\dots)$$

と求めることができる。一方シリコン膜 4b の  $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$  における屈折率は  $n = 3.50$  である。石英系光導波膜 1a に対して  $45^\circ$  で入射した光はシリコン膜 1b との界面で屈折し、シリコン膜 1b に対しての入射角は  $\phi = 17.0^\circ$  となる。従って、シリコン膜 1b の厚さ  $d_2 (\mu\text{m})$  は、

$$d_2 = 0.10 (1 + 2m) \quad (m=0,1,2,\dots)$$

と求めることができる。

全く同様にして、 $\lambda = 1.5 \mu\text{m}$  用のグレーティング G5a および G5b に対しては、石英系光導波膜 1a の厚さ  $d_1' (\mu\text{m})$  は、

$$d_1' = 0.37 (1 + 2m) \quad (m=0,1,2,\dots)$$

シリコン膜 1b の厚さ  $d_2' (\mu\text{m})$  は、

$$d_2' = 0.11 (1 + 2m) \quad (m=0,1,2,\dots)$$

とすればよいことがわかる。

上記厚さ  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_1'$  および  $d_2'$  の膜厚を決めるにあたっては、 $m$  の設定の自由度がある。 $m$  は、本来は 0 に設定するのが望ましい。しかし、加工精度等の制約がある場合は、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_1'$

および  $d_2'$  が実現可能な膜厚となるように、 $m$  の値を決定する。本第二実施例においては、石英系光導波膜 1a の厚さについては、 $m = 1$  を採用し、 $d_1 = 0.9 \mu\text{m}$ 、 $d_1' = 1.1 \mu\text{m}$  とした。また、シリコン膜 1b の厚さについては、 $m = 3$  を採用し、 $d_2 = 0.7 \mu\text{m}$ 、 $d_2' = 0.8 \mu\text{m}$  とした。また、出力用のグレーティング G4a および G5a は、ともに、導波路長手方向の長さ  $t_1 = t_2 = 20 \mu\text{m}$ 、幅  $l_1 = 20 \mu\text{m}$ 、入力用のグレーティング G4b および G5b はともに  $t_1 = t_2 = 20 \mu\text{m}$ 、幅  $l_1 = 8 \mu\text{m}$  としてある。なお、グレーティング群 G4a、G4b と G5a、G5b の間に  $1.5 \mu\text{m}$  の間隔をあけた。従って、導波光の出力時には、全導波路幅  $28 \mu\text{m}$  のうち  $20 \mu\text{m}$  という広い領域に長さ  $20 \mu\text{m}$  にわたって出力用のグレーティングが形成してあるので、出力損失を低減できる。また、入力光は厚さ  $8 \mu\text{m}$  のグレーティング部を通過するので、入力損失も低く抑えられる。

第二実施例は、上記のような構造になっているので、波長選択手段と光アクセス手段という二つの手段を併せ持つ光集積回路素子を回路専有面積

が幅  $28 \mu\text{m} \times 41.5 \mu\text{m}$  という、コンパクトな大きさに実現できる。

なお、本第二実施例は、反応性イオンエッチングの手法を用いて石英系光導波膜を加工することにより製作できる。この際、グレーティング部の加工には寸法精度  $0.1 \mu\text{m}$  以下の超微細加工が必要となる。このような加工は、マスクにシリコン系ネガレジスト / Ge / As 系レジスト / Cr の 4 層からなる多層マスクを用いて、マスクのパターン形成には電子ビーム描画装置を用い、また、反応性イオンエッチングにより石英系光導波膜をエッチングすることにより実現できる (杉田他、「石英系光導波路の微細加工」、1986 年春季、第 33 回応用物理学大会大会予稿 4P-L-9)。

第 3 図は、本発明の第三実施例を示す斜視図で、第 2 図の第二実施例を光配線回路に適用した例を示す。第 3 図において、1 は光導波路、2 は LS I チップ、G4a および G5a はそれぞれ波長  $1.3 \mu\text{m}$  および波長  $1.5 \mu\text{m}$  用の出力用のグレーティング、G4b および G5b はそれぞれ波長  $1.3 \mu\text{m}$  および波長

1.5  $\mu\text{m}$ 用の入力用のグレーティングである。また、4aおよび4bは、それぞれ波長1.3  $\mu\text{m}$ および波長1.5  $\mu\text{m}$ 用の受光素子、5aおよび5bは、それぞれ波長1.3  $\mu\text{m}$ および波長1.5  $\mu\text{m}$ 用の発光素子、9は電気配線用ワイヤである。例えば第4図に示した4チップ間の光配線回路の入出力部を第3図の2波長用波長多重光アクセッサに置き換えることにより、第4図の従来例と同様の回路構成をとりながら、実質的に2倍の伝送容量を得ることができる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は、リッジ状チャネル形式の光導波路の幅方向を二分して、異なる形状のグレーティングを形成することにより、リッジ状チャネル形式の光導波路の一部に、波長選択手段と光アクセス手段とを併せ持ち、かつコンパクトな波長多重光アクセッサが形成できる効果がある。

本発明の波長多重光アクセッサは、その基板状での専有面積が直線導波路並みに小さいので、特に、光回路のコンパクトさを要求される光配線回

路に適用できること、また光配線回路に波長多重の手法を取り入れることにより、基板上での光配線を増やすことなく、チップ間の回線の増加およびチップ間の専用線の設備が可能となり、容量の大きい情報処理回路を実現することができること、さらに波長多重光通信においても適用して有効であることなど、その効果は大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一実施例を示す平面図。

第2図は本発明の第二実施例を示す斜視図。

第3図は本発明による光配線回路を示す斜視図。

第4図(a)は従来例による光配線回路を示す斜視図。

第4図(b)はその一部拡大図。

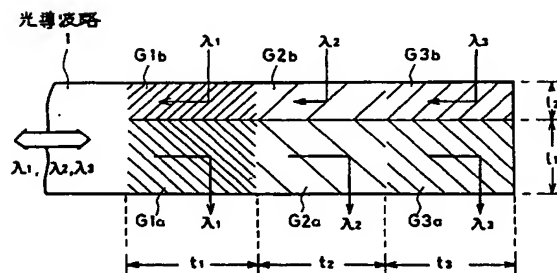
第5図は従来例を示す平面図。

1…光導波路、1a…石英系光導波膜、2…LSIチップ、3…基板、4、4a、4b…受光素子、5、5a、5b…発光素子、6…干渉膜フィルタ、7…光合分波回路、8…光分岐合流回路、9…電気配線

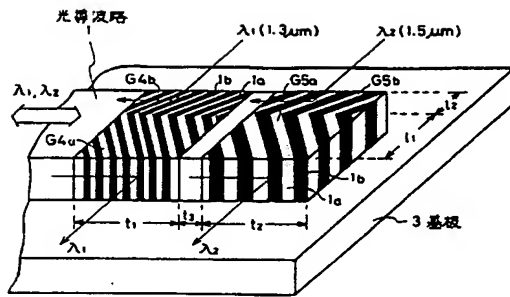
用ワイヤ、G1a、G1b、G2a、G2b、G3a、G3b、G4a、G4b、G5a、G5b…グレーティング。

特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人 弁理士 井出直孝

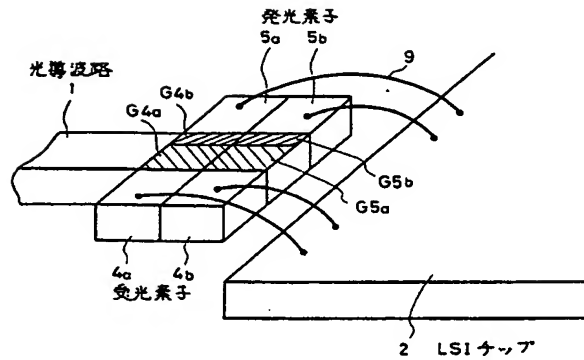
G1a, G2a, G3a : 出力用のグレーティング  
G1b, G2b, G3b : 入力用のグレーティング



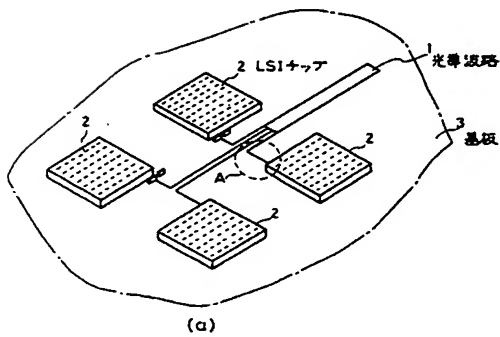
第一実施例  
第1図



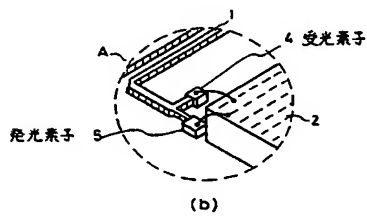
第 2 図  
第 二 実 施 例



第 3 図  
第 三 実 施 例 (光配線回路)

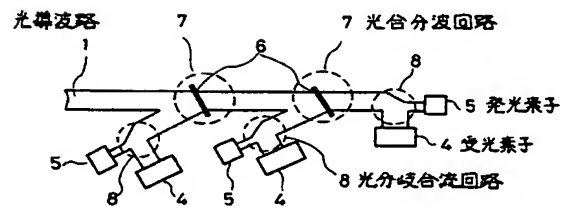


(a)



(b)

第 4 図  
従 来 例 (光配線回路)



第 5 図  
従 来 例